

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-39142

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) IntCl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	6/00		G 0 2 B	B
	6/04		6/04	Z

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-83191

(22) 出願日 平成9年(1997) 4月2日

(31) 優先権主張番号 08/626653

(32) 優先日 1996年4月2日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596092698

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レーテッドアメリカ合衆国. 07974-0636 ニュージ
ャーシイ, マレイ ヒル, マウンテン ア
ヴェニュー 600

(72) 発明者 ジョセフ アール フォード

アメリカ合衆国 07755 ニュージャース
イ, オークハースト, ウェスト リンカー
ン アヴェニュー 446

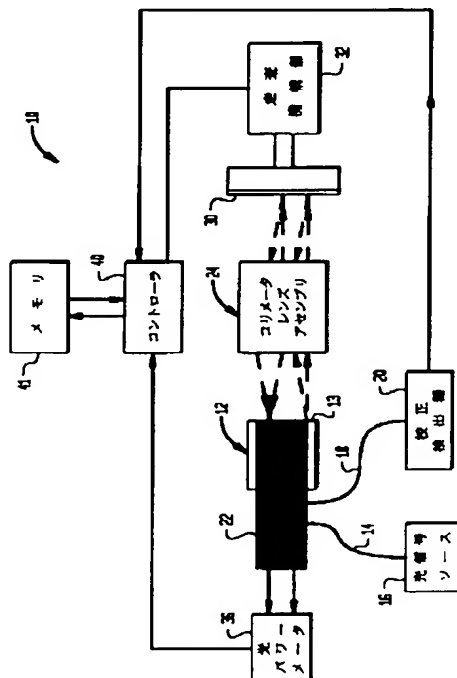
(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外9名)

(54) 【発明の名称】 自由空間走査を用いた光ファイバスイッチング装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 ファイバ整合 (アラインメント) が不要であり、多数のファイバの高速スイッチングが可能であり、さらに、ファイバネットワークの光時間領域反射率測定テストへの応用のような広範囲のファイバ形状に適応することもできる低費用の光ファイバスイッチを提供する。

【解決手段】 本発明は、ファイバ束の少なくとも1つの第1のファイバを該ファイバ束の少なくとも1つの第2のファイバを選択的に光学的接続する光スイッチング装置であって、該装置は、該少なくとも1つの第1のファイバによって発せられた光を視準し、実質的に視準された光線を生成するコリメータと、該ファイバ束の中の該少なくとも1つの第2ファイバにおいて該十分に視準された光線の焦点を合わす該コリメータを通して光経路沿いに該十分に視準された光線を反射し返す光誘導機構部とからなることを特徴とする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの入力ファイバと、ファイバ束に位置する少なくとも1つの出力ファイバとの間における光スイッチング方法において、該方法は、該ファイバ束の面の近傍に光誘導機構部を位置づける段階と、該入力ファイバにより発せられた光を、該ファイバ束の面に対して特定の向きの該光誘導機構部を用いて該出力ファイバへ向ける段階とからなり、該光誘導機構部の特定の向きは、テスト光信号を該入力ファイバを通して伝送する段階と、該テスト光信号がファイバ束の面を走査するように該光誘導機構部の向きを変える段階と、光を該出力ファイバに向ける走査の間に、該光誘導機構部の向きを同定する段階とからなり、該同定された向きが該特定の向きであることを特徴とする光スイッチング方法。

【請求項2】 請求項1に記載の方法において、該光誘導機構部は反射面を含み、該光誘導機構部の向きを変える段階には、該反射面で少なくとも1個の出力ファイバへ向けて該テスト光信号を反射させることを含むことを特徴とする方法。

【請求項3】 請求項1に記載の方法において、該光誘導機構部は少なくとも1個のプリズムを含み、該光誘導機構部の向きを変える段階には、該少なくとも1個のプリズムを通してテスト光信号を送ることが含まれていることを特徴とする請求項1に記載の自由空間走査を用いた光ファイバスイッチング方法。

【請求項4】 請求項3に記載の方法において、テスト光信号を走査する該少なくとも1個のプリズムを回転させる段階が含まれることを特徴とする方法。

【請求項5】 請求項2に記載の方法において、さらに、該テスト光信号が該反射面に向かって移動する時に該少なくとも1個の入力ファイバにより発せられた該テスト光信号を視準し、かつ、該テスト光信号が該反射面に反射して返されると該少なくとも1個の出力ファイバにおいて該テスト光信号の焦点を合わすコリメータが、該ファイバ束と該反射面間に配備される段階を有することを特徴とする方法。

【請求項6】 請求項5に記載の方法において、該少なくとも1個の出力ファイバに一致した該ファイバ束における少なくとも1つの位置を確定する段階を有することを特徴とする方法。

【請求項7】 請求項6に記載の方法において、該位置を確定する段階には、光検出器を該少なくとも1個の出力ファイバに結合する段階と、該反射面によって反射された該テスト光信号を走査機構

2

部を用いて該ファイバ束を横切って走査させる段階と、該ファイバ束を横切って走査するときに、反射面によって反射された該テスト光信号を該光検出器が検出すると該走査機構部からの位置アドレスを保存する段階とが含まれることを特徴とする方法。

【請求項8】 請求項5に記載の方法において、該走査パターンを校正する段階を有することを特徴とする方法。

【請求項9】 請求項8に記載の方法において、該走査パターンを校正する段階には、該走査パターン内に含まれる既知の走査位置に位置的に一致する該ファイバ束の中の少なくとも1個の選択されたファイバに光検出器を結合する段階と、該反射面から反射された該テスト光信号を該走査パターンにて走査する段階と、該走査パターンが該既知の走査位置にある時、該反射面から反射された該テスト光信号が該少なくとも1個の選択されたファイバを横切って走査しているかを検出する段階と、該反射面から反射された該テスト光信号が該既知の走査位置にて該少なくとも1個の選択されたファイバを横切って走査するように該走査パターンを変える段階とが含まれることを特徴とする方法。

【請求項10】 ファイバ束の少なくとも1つの第1のファイバを該ファイバ束の少なくとも1つの第2のファイバを選択的に光学的接続する光スイッチング装置において、該装置は、該少なくとも1つの第1のファイバによって発せられた光を視準し、実質的に視準された光線を生成するコリメータと、該ファイバ束の中の該少なくとも1つの第2ファイバにおいて該十分に視準された光線の焦点を合わす該コリメータを通して光経路沿いに該十分に視準された光線を反射し返す光誘導機構部とからなることを特徴とする光スイッチング装置。

【請求項11】 請求項10に記載の装置において、該光誘導機構部は反射鏡と、該コリメータ近傍の該鏡の向きを選択的に変える該鏡に結合された走査機構部とを含むことを特徴とする装置。

【請求項12】 請求項10に記載の装置において、該光誘導機構部は反射鏡と、該鏡と該コリメータ間に配置された十分に視準された光線を通過させる少なくとも1個のプリズムとを含むことを特徴とする装置。

【請求項13】 請求項12に記載の装置において、該少なくとも1つのプリズムは該コリメータ近傍におき所定の向きをなしており、該光誘導機構部はさらに該コリメータ近傍の該少なくとも1個のプリズムの向きを変える走査機構部を含むことを特徴とする装置。

【請求項14】 請求項12に記載の装置において、該走査機構部は該少なくとも1個のプリズムを選択的に回

転させることが出来ることを特徴とする装置。

【請求項15】 請求項10に記載の装置において、該鏡は該コリメータ近傍にある向きで固定されていることを特徴とする装置。

【請求項16】 請求項10に記載の装置において、該光学スイッチング装置は多重第二ファイバを有するように構成され、さらに、該光誘導機構部が該光経路を選択的に制御して走査パターンを作る出すことが可能であり、それにより該少なくとも1つの第1ファイバから発された光が該多重第二ファイバの各々を横切り走査する 10 ことを特徴とする装置。

【請求項17】 請求項16に記載の装置において、該多重第二ファイバの各々に一致した該走査パターンにて位置アドレスを保存するメモリを含むことを特徴とする装置。

【請求項18】 請求項10に記載の装置において、該装置は複数の第1のファイバと複数の第2ファイバを含むことを特徴とする装置。

【請求項19】 ファイバ束に含まれた少なくとも1つのファイバの位置を決定する装置において、該装置は、 20 ファイバ束の中の第1のファイバに結合した光源からなり、これにより該光源からの光が該第1のファイバを介して発されるものであり、該装置はさらに、該第1のファイバから発された光を走査パターンにて該ファイバ束に向けて反射し返す光誘導機構部と、該ファイバ束の少なくとも1つの第二ファイバに結合された検出器とからなり、該検出器は該光誘導機構部によって反射された光が該少なくとも1個の第二ファイバに 30 当る時を検出するものであり、該装置はさらに、該反射面にて反射された光が該検出器によって検出される各々の時において、該光検出機構と関連する位置アドレスを決定する、該光誘導機構部と該検出器に結合されたコントローラと、該位置アドレスの各々を蓄積するメモリとからなることを特徴とする装置。

【請求項20】 請求項19に記載の装置において、該光誘導機構部は鏡と、該鏡と該ファイバ束を選択的に変える走査機構部とを含むことを特徴とする装置。

【請求項21】 請求項19に記載の装置において、該第1のファイバにより発された光を視準する、該光誘導 40 機構部と該ファイバ束間に配置されたコリメータを含むことを特徴とする装置。

【請求項22】 請求項19に記載の装置において、該光誘導機構部は鏡と、該鏡と該ファイバ束間に配置された少なくとも1つのプリズムを含み、該第1のファイバによって発せられた光は該少なくとも1つのプリズムを通過することを特徴とする装置。

【請求項23】 光ファイバアレーを横切って光が走査パターンで走査される光学システムにおいて、該光学システムを校正する方法は、

該アレーの該少なくとも1つの光ファイバへ光検出器を結合させる段階からなり、該少なくとも1つの光ファイバは該操作パターンに包含される既知の操作位置に対応するものであり、該方法はさらに、

該走査パターンにて光を走査する段階と、

該走査パターンがそれぞれの該既知の走査位置であるときに、光が少なくとも1つの該光ファイバを横切って走査しているかを該光検出器を介して検出する段階と、光がそれぞれの該既知の走査位置にて少なくとも1個の該光ファイバを横切って走査するように該走査パターン 10 を変える段階からなることを特徴とする方法。

【請求項24】 ファイバマトリクス of の少なくとも1つの1×Mファイバアレーをファイバマトリクス of の少なくとも1つの第2の1×Mファイバアレーに選択的に光接続を行う光学スイッチング装置であって、該装置は、少なくとも1つの1×Mアレーによって発された光を視準し、実質的に視準された光線を生成するコリメータと、

光経路に沿って該実質的に視準された光線を該コリメータを介して反射して戻す光誘導機構部とからなり、該コリメータはファイバマトリクス of の該少なくとも1つの第2の1×Mアレーに該実質的に視準された光線の焦点を 20 合わせることを特徴とする装置。

【請求項25】 請求項24に記載の装置において、該光誘導機構部は反射鏡と、該コリメータ近傍の該鏡の向きを選択的に変える該鏡に結合された走査機構部とを含むことを特徴とする装置。

【請求項26】 請求項24に記載の装置において、該光誘導機構部は反射鏡と、該鏡と該コリメータ間に配置され、実質的に視準された光線が通過する少なくとも1 30 個のプリズムとを含むことを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の分野】 本発明は、少なくとも1個の光ファイバを少なくとも1個の他の光ファイバに光接続を行う光ファイバスイッチに関するものである。

【0002】

【発明の背景】 従来技術において、光ファイバ間にて選択的なスイッチングを必要とする多くのアプリケーションがある。大元のファイバに沿って移動する信号は選択的に多くの他の光ファイバへと導かれる。このような従来技術のうちの1つに光学時間領域反射率測定(Optical Time Domain Reflectometry, OTDR)がある。これにおいて、ファイバリンクの健全性は短い光パルスをファイバに送り、時間関数として後方反射を測定することによりモニタされる。OTDRにおいては、テスト装置の光源が選択的にネットワーク内のファイバに結合され、それによりネットワーク内の各々のファイバテストを行う 40 手段を提供する。しかし、ネットワーク内の全ファイバをテストする際に、テスト用光源の出力がテストの間に

ネットワーク内の各々のファイバにスイッチされなくてはならない。

【0003】OTDRテスト過程の間、単体のOTDRテスト装置が典型的に1×Nのスイッチング装置を使用するネットワークにある多数の(N個の)ファイバによって共有される。任意の大きなスイッチは光学機械スイッチの小さいバンク(Bank)から構成されている。しかしながら、光学機械スイッチの小さなバンクを結合することから、スイッチング構成の費用はそれに比例して大きくなる。光ファイバスイッチの簡単な提供方法は、手動

操作のスイッチボードパネルよりスイッチングを手動で行うことである。このようなスイッチボードパネルは機械的操作型のコネクタを使用する。しかしながら、機械操作スイッチボードパネルの使用は、スイッチされるファイバ数が比較的小さい場合の応用に限定され、かつ、スイッチング時間の遅いもののみを可能とする。

【0004】早い反応のスイッチングが必要であり、多くの光ファイバを有するスイッチング応用においては一般的に自動スイッチング装置を使用している。ある光学機械スイッチではスイッチング反応は10msから50msの単位である。これは、手動操作のスイッチボード

パネルの場合よりもはるかに速い。さらに、光学機械スイッチは漏話、後方反射、および挿入損失特性において効果をもたらすとともに、より速い統合型の光学スイッチに比較すると比較的安価である。光学機械スイッチにおいては、レンズ化された入力ファイバは機構的にレンズ化された出力ファイバのバンクを横切り移動する。レンズ化された入力ファイバが各レンズ化された出力ファイバを通過すると、レンズ化された入力ファイバからの光信号はレンズ化された出力ファイバに光伝送される。

【0005】光学機械スイッチでは、入力ファイバが機構的に出力ファイバのバンクを横切って移動することが必要であるため、前述のOTDRテスト過程の場合のように、バンクの出力ファイバが連続的に大元のファイバに結合されるような応用に良く適応する。

【0006】従来の光学機械スイッチでは、マイクロレンズはテストが行われる各ファイバとの調整を必要とする。また、電気-光導波路を使用するような他の従来のスイッチング構成においては、スイッチング装置とテストが行われる各ファイバとを調整するアラインメント(一直線化)手法も適用しなくてはならない。より大きなスイッチを必要とする応用においては、ファイバアラインメント費用は群を抜き大きいものとなっている。この場合、スイッチング装置のアラインメント費用はスイッチング装置そのものよりも高価である。結果、スイッチングアセンブリを使用する場合の全体の費用は、スイッチされるファイバ数に直接比例する。

【0007】1979年3月15日発行のエレクトロニクスレターズ(ELECTRONICS LETTERS)」、第15巻、No. 6の第192頁以降に記載されている、Tomlinson等に

よる論文「多位置光ファイバスイッチ(Multipositional Optical-Fiber Switch)」において、光学スイッチに自由空間光学構成を用いることで、大元のファイバからの信号が光学システムを通して反射され、再び他のファイバに導かれることが開示されている。このスイッチは4分の1周期の傾斜屈折率ロッドレンズを利用し、ここで入力ファイバと出力ファイバは円形状に構成される。入力ファイバは傾斜屈折率ロッドレンズの中心に置かれる。入力ファイバからの信号はレンズの中心を通過し、回転鏡に反射し、中心の入力ファイバの回りの円形経路に沿って配置された出力ファイバのなかの1つに誘導される。しかし、円形状の光アラインメント(Optical Alignment)を達成、維持することは困難であり、かつ費用の問題がある。また、シングルモードファイバに対しスポット位置の正確さが完全でないことから、このスイッチの形状もその応用におき制限されてしまう。

【0008】それゆえ、多数のファイバのすばやいスイッチングを可能とし、かつ個々のファイバアラインメントを必要とせず、またさらには、ファイバネットワークの光時間領域反射率測定テストへの応用のような広範囲のファイバ形状に適応可能な低コストの光ファイバスイッチが求められる。

【0009】

【発明の概要】上述した問題を解決するため、本発明による自由空間走査を用いた光ファイバスイッチング装置および方法は、ファイバ束の中の少なくとも1個の入力ファイバをファイバ束の中の少なくとも1個の出力ファイバに選択的に光接続を行う光スイッチング装置およびその方法である。光スイッチングを行う目的で、入力ファイバを有したファイバ束の面の近傍に光誘導機構部を配備する。入力ファイバからの光は、ファイバ束の面の近傍の光誘導機構部の向きを変えることにより出力ファイバへ導かれる。よって、光誘導機構部は、入力ファイバからの光が選択的に出力ファイバの各々に導かれることを可能にする。また、選択的に光誘導機構部の向きを制御することにより、入力ファイバからの光がいくつかの出力ファイバに走査することが可能である。これにより、1×N光学スイッチが作られる。

【0010】

【発明の詳細な記述】本発明のスイッチングシステムおよびその方法は、ファイバ束の中の少なくとも1個の入力ファイバを、同一または異なるファイバ束の中の少なくとも1個の出力ファイバに選択的に光接続を行う必要のある多数の異なる応用において使用可能である。本発明によるスイッチングシステムおよびその方法は、特にネットワークにおいてファイバの光時間領域反射率測定(OTDR)テストにおいて有利となる。従って、本発明によるスイッチングシステムおよびその方法について、ここでは典型的OTDRテストへの応用につき説明を行うものとする。

【0011】図1は、本発明によるスイッチングシステム10をファイバ束12との関連において示したものである。ファイバ束12の大きさおよび形状は本発明を実現する上で重要なものではない。ファイバ束12は個々の光ファイバの編成アレーであるか、または未編成状態のファイバの集合体もしくはファイバグループである。また、ファイバ束12にはいくつかの個々のファイバを含ませることも可能である。

【0012】ファイバ束12の中の1個のファイバが選択されて入力ファイバ14となり、光信号ソース16に結合される。入力ファイバ14はファイバ束12の面13のどの位置で末端をなしていても構わない。要するに、入力ファイバ14がファイバ束12の中心部分である必要はない。任意にファイバ束12内のファイバ18を校正ファイバとして選択出来、かつ校正検出器20に結合可能である。選択された校正ファイバ18もまた、ファイバ束の中心部分に限らず面13上のどの位置で末端をなしていても構わない。ファイバ束の面13の反対側のファイバ束12から伸張した残りのファイバは出力ファイバ22となり、入力ファイバ14に選択的に光接続を行うことが出来る。

【0013】コリメータレンズ(Collimator lens)アセンブリ24はファイバ束12の面13の前部分に配置されている。コリメータレンズアセンブリ24には、入力ファイバ14がファイバ束12の面13で発した光を視準(Collimate)する少なくとも1個のレンズを備えている。入力ファイバ14からの発光が、ファイバ束12内の入力ファイバ14の位置に関係なく、コリメータレンズアセンブリ24により十分に視準されるようコリメータレンズアセンブリ24はファイバ束12に依りてサイズ調整されるべきである。

【0014】鏡30のような反射器は、コリメータレンズアセンブリ24を通過する視準光の受取り可能な位置に配置させる。光が鏡30に当たると、光は反射され、コリメータレンズアセンブリ24を繰り返っていく。そこで反射光は視準されなくなり、ファイバ束12の面13の特定の位置で焦点が合わされる。鏡30は、鏡30の向きによって鏡30に当たる視準光の経路を相対的に変える走査器32に結合されている。走査器32は、第1軸および第2軸に沿って鏡30の向きを選択的に変えることの出来る鏡30に結合されている電気機械装置であるか、または、液晶または電気光学デフレクタ(Deflector)のような非機械装置である。走査器32は、ファイバ束12内にある入力ファイバ14の位置に実質的に関係なく、鏡30が選択的にファイバ束12の面13のどの位置でもこれに反射し返すことを可能にする。このように、鏡30と走査器32は連携動作し、コリメータレンズアセンブリ24を通過し、コリメータレンズアセンブリ24を後ろ向きに通過してファイバ束の面13のいずれかの位置に進む視準光を選択的に導くことを可能

にする光誘導メカニズムを作り出す。

【0015】本発明によるスイッチングシステム10においては、ファイバ束12内に含まれる個々のファイバのアライメントを必要としない。よって、ファイバ束12が最初にコリメータレンズアセンブリ24と一列に配置される時、様々な出力ファイバ22の位置はこの時明らかになっていない。従って、本発明のスイッチングシステム10はその使用前に校正を必要とする。このファイバ束12のスイッチングシステム10の校正を行う目的で、光パワーメータのような光検出器36をファイバ束12内の出力ファイバ22の光パス内に置く。これにより、強い光信号が入力ファイバ14を通して発される。この光は、コリメータレンズアセンブリ24を通過して送られ、鏡30で反射され、コリメータレンズアセンブリ24を通り再誘導され、ファイバ束の面13で焦点が合わされる。このような校正過程の間、鏡30の向きは走査器32によって変えられ、それにより反射入力ファイバ光がファイバ束12の面13を横切り走査する。

【0016】入力ファイバ14からの反射光がファイバ束12の面13を横切って走査すると、ファイバ束12内の出力ファイバ22の各々は同じ時間間隔で反射光を受取る。この光が出力ファイバ22の核を横切って走査すると、光は核に沿って伝搬し、光検出器36によって検出される。結果、光検出器36が特定の出力ファイバ22の増加光度を測定する度に、ファイバ束の面13上を走査する反射光がその出力ファイバのコアで受取られたことが明らかとなる。

【0017】コントローラ40は走査器32と光検出器36の両方に結合されている。光検出器36が出力ファイバ22からの増加光度を検出する度に、コントローラ40が走査器32の位置アドレスを読み込む。その位置アドレスはメモリ41に保存される。そこでメモリ41は出力ファイバ22と一致する場合にその位置アドレスを保存する。ファイバ束12の面13を走査することにより、走査器の位置アドレスが出力ファイバ22の各々について獲得出来る。ゆえにコントローラ40はファイバ束12内の全出力ファイバ22の位置アドレスを決定することが可能である。しかしながら、各位置アドレスにおける各出力ファイバの独立性は明らかになっていない。出力ファイバ22の各々の独立性を決定するため、各出力ファイバ22は個々に光検出器36に接続される。この時、コントローラ40がファイバ束12の面13上の各出力ファイバ22の詳細位置アドレスを確定出来るように、入力ファイバ12からの光はファイバ束の面13の既知のアドレスNに導かれる。

【0018】スイッチングの間、光検出器36とコントローラ40は、校正に使用される同一の精密装置である必要はない。光検出器36は入力ファイバ14からの光を検出出来る回路でよく、コントローラ40はEPRMメモリを備えた単純な回路でよい。

【0019】校正が終了すると反射光を個々の出力ファイバ22各々に導くために必要な鏡30の特定の向きが明らかになる。また、光パワーメータ36が外され、スイッチの使用準備が整う校正後、様々な出力ファイバ22の位置が明らかになるが、これらの位置は、振動、熱膨張、または他のこのような変化により微妙に変わる場合がある。本発明の別の実施形態においては、出力ファイバ22の位置における微妙な変化を補正する目的において校正検出器20が配備される。動作中、入力ファイバ14からの光はファイバ束12の面13の校正ファイバ18を横切って断続的に走査される。光が校正ファイバ18に達すると、光度が校正検出器20により検出される。校正検出器20により検出された光度が変化すると、ファイバ束12におき位置シフトがあったと仮定される。校正検出器20に結合のコントローラ40は校正検出器20がもう一度正確に入力ファイバ14からの光を受取るまで走査パターンを補正する。校正検出器20の走査パターンを補正すると、ファイバ束12における他の全ての出力ファイバ22の走査パターンが補正される。

【0020】本実施形態においては、ファイバ束12において1個のみの校正ファイバ18を使用しているが、ファイバ束12の中で複数のファイバを校正ファイバにすることが可能であり、また、校正検出器20との結合も可能であることは明らかである。ファイバ束12の中の異なるポイントで複数の校正ファイバを使用することにより、ファイバ束12の出力ファイバ22の初期の位置を少し変化させることでコントローラ40によるさらに正確な補正が可能となる。

【0021】本発明による、十分に増した光誘導像度を有したスイッチングシステムのまた別の実施例50を図2に示している。本実施形態においては、入力ファイバ14、出力ファイバ22、および少なくとも1個の校正ファイバ18を有したファイバ束12は図1に示すこれら部分と実質的に同一であり、理解を容易にするため同一符号を使用している。入力ファイバ14の光を視準する視準器レンズアセンブリ24もまた前述の実施形態と実質的に同一のものである。図2においては、固定鏡52が使用される。この固定鏡52の面はコリメータレンズアセンブリ24を通過する視準光のパスに対し垂直である。固定鏡52とコリメータレンズアセンブリ24の間には、プリズム54および56を回転させる回転走査器58および59に結合した2個のプリズム54および56を備えた光誘導機構部が配備されている。回転走査器58および59には大抵の回転制御機能を付することが可能であるが、ガルボスキャナ(Galvo Scanner)を備えることが望ましい。コリメータレンズアセンブリ24からの視準光が2個のプリズム54および56を通過すると、光は曲げられ、角度をつけて固定鏡52に反射する。2個のプリズム54および56は光パスの非常に

小さな傾斜角度を変化させるためにプリズム54および56を全回転させる光学調整の構成を提供している。これによってより正確さを増し、ドリフトとシャフト揺れ(Shaft Wobble)によって引き起こされるエラーを減らす。次に、反射光は2個のプリズム54および56、かつコリメータレンズアセンブリ24を通過して逆向き進行するように導かれる。そこでこの光はファイバ束12上にて再び焦点が合わされる。2個のプリズム54および56の制御された回転によって、入力ファイバ14からの光がファイバ束12の全幅および全長を横切って走査するように、プリズム54および56の各々はウエッジ角を有していなくてはならない。2個のプリズム54および56の各々のウエッジ角は、プリズム54および56を作るために使用される素材の屈折率と、ファイバ束の面13のサイズとにより決定される。2個のプリズムの各々のウエッジ角はこれらのプリズムを通過する反射光がファイバ束の面13のいずれかの場所を選択的に導かれるように選択される。走査器58および59を経由する2個のプリズム54および56の回転動作はコントローラ40により制御される。コントローラ40は走査器58および59を制御して所望の走査パターンを作り、必要であれば、校正動作の間、走査パターンを調整する。

【0022】図1の実施例においてはプリズムを含まずに可動鏡を備えた光誘導機構部を使用しており、図2の実施形態においては2個の可動プリズムと固定鏡を備えた光誘導機構部を使用しているが、入力ファイバからの光を反射させて、その光をファイバ束面を横切って走査させる目的において、他の光誘導機構装置を使用することも可能であることは明らかである。例えば、1個のプリズムと傾斜鏡を用いた光誘導機構を有するハイブリッド装置を作ることも可能である。この場合、傾斜鏡とプリズムは選択的に回転を行うことが可能である。また、伝送型スイッチを用いる形態も可能である。そのような形態においては、入力ファイバと出力ファイバは異なる光束部分からなることが出来る。また、そのような形態においては、反射面を用い光を1つのファイバ束から他方に導くことが出来る。もしくは反射面を使用せずに、1つのファイバ束からの光を光誘導機構部を通過させ、その後、直接他の部分に当てることも出来る。このような別の実施形態においては、別々のレンズ装置を用い、入射光を視準し、射出光の焦点を合わす。このような光誘導機構の他の実施形態については請求項において記載する。

【0023】図3は、本発明によるスイッチシステム70のまた別の実施形態70である。この実施形態では、ファイバ束72は規則的な行と列に編成されたファイバマトリクスである。このような編成ファイバ束の形態においては、複数のファイバが入力ファイバ74となるように設計可能であり、光源76への結合も可能である。

11

入力ファイバ74として選択された複数のファイバは、マトリクス of いずれかの行、マトリクス of いずれかの列、またはいずれかの部分となることが出来る。ここでは、マトリクスの最下列の次の上列74に入力ファイバ74を含んでいるものとして例示を行う。コリメータレンズアセンブリ80は、入力ファイバ74の全部によって作られる光を視準するための十分なサイズを有している。ここで、視準光は鏡82に導びかれる。鏡82は光を反射させ、コリメータレンズアセンブリ80を通してファイバ束72に返す。鏡82の向きを調整することによって、ファイバ束72の全ての列が同時に走査される。結果、出力ファイバいくつかの列全体の内の1つへの、入力ファイバの1個の列全体のほぼ同時のスイッチングとなる。このような装置においては、校正ファイバに充てることが可能なシングルファイバ、または校正ファイバを配備された校正ファイバとして使用可能な複数のファイバは、鏡から反射される入力ファイバ光によって同時走査される位置に配置される。

【0024】以上、本発明の実施の形態を詳細に説明したが、本発明の範囲を逸脱することなく他の方法でも具

体化できることは当業者にとって明らかである。

【図面の簡単な説明】

12

【図1】反射光を導く目的で走査鏡を使用したスイッチングアセンブリ具体化の概要図である。

【図2】反射光を導く目的でプリズムを使用したスイッチングアセンブリの別の具体化の概要図である。

【図3】同時走査される多重ファイバ入力を含んだスイッチングアセンブリのまた別の具体化の概要図である。

【符号の説明】

10 スイッチングシステム

12 ファイバ束

13 ファイバ束の面

14 入力ファイバ

18 校正ファイバ

22 出力ファイバ

30 鏡

52 固定鏡

54 プリズム

56 プリズム

72 ファイバ束

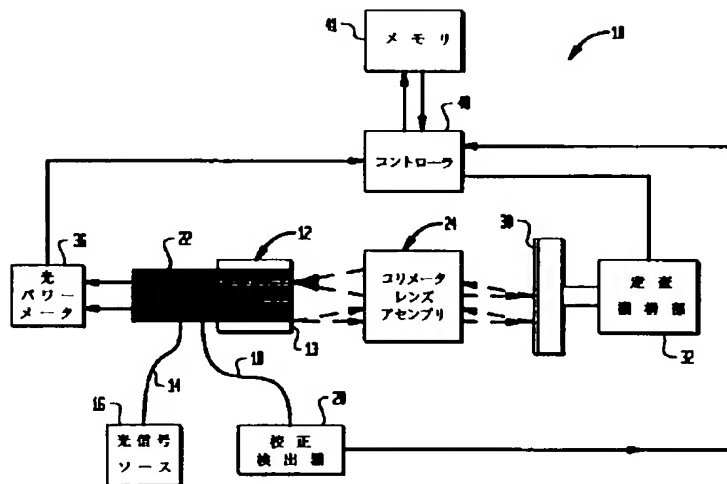
74 入力ファイバ

76 光源

80 コリメータレンズアセンブリ

82 鏡

【図1】



PAT-NO: JP410039142A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10039142 A

TITLE: OPTICAL FIBER SWITCHING DEVICE USING FREE SPACE
SCANNING, AND METHOD THEREFOR

PUBN-DATE: February 13, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FORD, JOSEPH E.

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

LUCENT TECHNOL INC

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09083191

APPL-DATE: April 2, 1997

INT-CL (IPC): G02B006/00, G02B006/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the cost of 1×N optical switches by using a light induction mechanism section having a movable mirror (mirror) without including prisms.

SOLUTION: The mirror 30 is arranged in the position where the reception of the collimation light passing a collimator lens assembly 24 is possible. The mirror 30 and a scanner 32 act cooperatively to form the light induction mechanism section which makes it possible to selectively introduce the collimation light passing the collimator lens assembly 24 and advancing to any position of the faces 13 of a fiber bundle by backward passing the collimator lens assembly 24. This light induction mechanism section is disposed near the surface 13 of the fiber bundle 12 having input fibers 14. The light from the input fibers 14 is introduced to output fibers 22 by changing the direction of the light induction mechanism section and, therefore, the light from the input

fibers 14 is introduced selectively to the respective output fibers 22.

The
scanning of the several output fibers 22 with the light from the input
fibers
14 is made possible by selectively controlling the direction of the
light
induction mechanism section.

COPYRIGHT: (C) 1998, JPO

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention relates at least one optical fiber to the optical fiber switch which makes optical connection to other at least one optical fibers.

[0002]

Background of the Invention] In the conventional technology, there is much application which needs switching alternative between optical fibers. The signal which moves along with Daigen's fiber is alternatively led to many of other optical fibers. One of such conventional technology has optical time-domain reflection factor measurement (Optical Time Domain Reflectometry, OTDR). In this, the integrity of a fiber link sends a short optical pulse to a fiber, and a monitor is carried out by measuring back reflection as a time function. In OTDR, the light source of a test equipment is alternatively combined with the fiber in a network, and a means by which this performs each fiber test in a network is offered. However, in case all the fibers in a network are tested, the output of the light source for a test must be switched to each fiber in a network between tests.

[0003] The OTDR test equipment of a simple substance is shared between OTDR test process with the fiber (N pieces) of a large number in the network which uses the switching device of 1xN typically. Arbitrary big switches consist of banks (Bank) where an optical instrument switch is small. However, the costs of the switching composition from combining the bank where an optical instrument switch is small become large in proportion to it. The easy offer method of an optical fiber switch is switching manually from the switchboard panel of manual operation. Such a switchboard panel uses a mechanical operation type connector. However, use of a machine operation switchboard panel is limited to application when the number of fibers switched is comparatively small, and makes only the late thing of the switching time possible.

[0004] An early reaction needs to be switched and, generally it is using automatic-switching equipment in the switching application which has many optical fibers. With a certain optical instrument switch, a switching reaction is a unit for 10 to 50ms. This is farther [than the case of the switchboard panel of manual operation] quick. Furthermore, an optical instrument switch is comparatively cheap as compared with a quicker unified type optical switch while it brings about an effect in crosstalk, back reflection, and an insertion-loss property. In an optical instrument switch, the lens-sized input fiber crosses the bank of the output fiber lens-sized in mechanism, and moves. Passage of each output fiber with which it was lens-sized of the lens-sized input fiber carries out the optical transmission of the lightwave signal from the lens-sized input fiber to the lens-sized output fiber.

[0005] With an optical instrument switch, since it is required for an input fiber to cross the bank of an output fiber in mechanism, and to move, it is well adapted in application with which the output fiber of a bank is continuously combined with Daigen's fiber like [in the case of being the above-mentioned OTDR test process].

[0006] With the conventional optical instrument switch, a micro lens needs adjustment with each fiber with which a test is performed. Moreover, in other conventional switching composition which uses

electric-optical waveguide, you also have to apply the alignment (straight-line-izing) technique which adjusts a switching device and each fiber with which a test is performed. In the application which needs a bigger switch, fiber alignment costs extract a group and are large. In this case, the alignment costs of a switching device are more expensive than the switching device itself. The costs in the whole case of using a result and a switching assembly are proportional to the number of fibers switched directly.

[0007] In the paper "a multi-position optical fiber switch (Multipositional Optical-Fiber Switch)" by Tomlinson etc. ****(ed) after electronics Letters (ELECTRONICS LETTERS) of March 15, 1979 issue", the 15th volume, and the 192nd page of No.6, the signal from Daigen's fiber being reflected through an optical system, and being again led to other fibers by using free-space optical composition for an optical switch, is indicated. This switch uses the inclination refractive-index rod lens of a quadrant period, and an input fiber and an output fiber are constituted by the circle configuration here. An input fiber is put on the center of an inclination refractive-index rod lens. It passes through the center of a lens, and reflects in a rotating mirror, and the signal from an input fiber is guided to one in the output fiber arranged in accordance with the surrounding circular path of a main input fiber. However, it is difficult to attain and maintain the optical alignment (Optical Alignment) of a circle configuration, and it has the problem of costs. Moreover, to a single mode fiber, since the accuracy of a spot position is not perfect, the configuration of this switch will also be set and restricted to the application.

[0008] So, quick switching of many fibers is enabled, each fiber alignment is not needed, and also the optical fiber switch of the low cost which can be adapted for a wide range fiber configuration like the application to the field reflection factor measurement test between light-hours of a fiber network is called for.

[0009]

[Summary of the Invention] In order to solve the problem mentioned above, the optical fiber switching devices and methods using the free-space scan by this invention are the optical switching device which makes optical connection for at least one input fiber in a fiber bundle on at least one output fiber in a fiber bundle alternatively, and its method. For the purpose which performs optical switching, the optical guidance mechanism section is arranged near the field of a fiber bundle with the input fiber. The light from an input fiber is led to an output fiber by changing the sense of the optical guidance mechanism section near the field of a fiber bundle. Therefore, the optical guidance mechanism section makes it possible to lead the light from an input fiber to each of an output fiber alternatively. Moreover, the light from an input fiber is able to scan on some output fibers by controlling the sense of the optical guidance mechanism section alternatively. Thereby, a 1xN optical switch is made.

[0010]

[Detailed description of invention] The switching system of this invention and its method are usable in the application from which a large number with the need of making optical connection identically alternatively on at least one output fiber in a different fiber bundle differ at least one input fiber in a fiber bundle. The switching system by this invention and its method become advantageous in the optical time-domain reflection factor measurement (OTDR) test of a fiber especially in a network. Therefore, the switching system by this invention and its method shall be explained per [to a typical OTDR test] application here.

[0011] Drawing 1 shows the switching system 10 by this invention in relation with a fiber bundle 12. The size and configuration of a fiber bundle 12 are not important when realizing this invention. It is the aggregate or the fiber group of a fiber in whether a fiber bundle 12 is the organization array of each optical fiber, and the state where it does not compose. Moreover, it is also possible to include some of each fibers in a fiber bundle 12.

[0012] One fiber in a fiber bundle 12 is chosen, and it becomes the input fiber 14, and is combined with the lightwave signal source 16. The input fiber 14 may be making the end in the position of the field 13 throat of a fiber bundle 12. In short, the input fiber 14 does not need to be a part for the core of a fiber bundle 12. It can be chosen arbitrarily, using the fiber 18 in a fiber bundle 12 as a proofreading fiber, and it can combine with the proofreading detector 20. The selected proofreading fiber 18 may also be making the end in any position not only a part for the core of a fiber bundle but on a field 13. The

remaining fibers elongated from the fiber bundle 12 of the opposite side of the field 13 of a fiber bundle turn into the output fiber 22, and can make optical connection on the input fiber 14 alternatively.

[0013] The collimator lens (Collimator lens) assembly 24 is arranged at a part for the anterior part of the field 13 of a fiber bundle 12. The input fiber 14 equips the collimator lens assembly 24 with at least one lens which carries out the collimation (Collimate) of the light emitted in respect of [13] the fiber bundle 12. According to the fiber bundle 12, size adjustment of the collimator lens assembly 24 should be carried out so that the collimation may fully be carried out to the position of the input fiber 14 in a fiber bundle 12 by the collimator lens assembly 24 regardless of luminescence from the input fiber 14.

[0014] A reflector like a mirror 30 is arranged in the position in which the receipt of the collimation light which passes the collimator lens assembly 24 is possible. If light shines upon a mirror 30, it will be reflected and light will go on the contrary through the collimator lens assembly 24. Then, the collimation of the reflected light will not be carried out and a focus is put together in the specific position of the field 13 of a fiber bundle 12. The mirror 30 is combined with the scanner 32 which changes relatively the path of the collimation light which shines upon a mirror 30 with the sense of a mirror 30. A scanner 32 is a non-machinery like whether they are the electric machine apparatus combined with the mirror 30 into which the sense of a mirror 30 is alternatively changeable in accordance with the 1st shaft and the 2nd shaft, liquid crystal, or an electro-optics deflector (Deflector). A scanner 32 enables a mirror 30 to reflect in the position of the input fiber 14 in a fiber bundle 12 again alternatively not related substantially also in the position of the field 13 throat of a fiber bundle 12 at this. Thus, the optical guidance mechanism which a mirror 30 and a scanner 32 carry out cooperation operation, and makes it possible to draw alternatively the collimation light which passes the collimator lens assembly 24, passes the collimator lens assembly 24 backward, and goes to one position of the fields 13 of a fiber bundle is made.

[0015] In the switching system 10 by this invention, alignment of each fiber contained in a fiber bundle 12 is not needed. Therefore, when a fiber bundle 12 is arranged first at the collimator lens assembly 24 and a single tier, the position of various output fibers 22 is not clear at this time. Therefore, the switching system 10 of this invention needs proofreading before the use. A light sensitive cell 36 like a light power meter is placed into the optical path of the output fiber 22 in a fiber bundle 12 in order to proofread the switching system 10 of this fiber bundle 12. Thereby, a strong lightwave signal is emitted through the input fiber 14. This light is sent through the collimator lens assembly 24, and it is reflected in a mirror 30, and is re-guided through the collimator lens assembly 24, and a focus is together put in respect of [13] a fiber bundle. Between such proofreading process, the sense of a mirror 30 is changed by the scanner 32, and thereby, reflective input fiber light crosses the field 13 of a fiber bundle 12, and it scans.

[0016] If the reflected light from the input fiber 14 crosses and scans the field 13 of a fiber bundle 12, each of the output fiber 22 in a fiber bundle 12 will receive the reflected light by the same time interval. If this light crosses and scans the nucleus of the output fiber 22, light will be spread along with a nucleus and will be detected by the light sensitive cell 36. It becomes clear that the reflected light which scans the field 13 top of a fiber bundle whenever a result and a light sensitive cell 36 measure the increase luminous intensity of the specific output fiber 22 was received with the core of the output fiber.

[0017] The controller 40 is combined with both the scanner 32 and the light sensitive cell 36. Whenever a light sensitive cell 36 detects the increase luminous intensity from the output fiber 22, a controller 40 reads the position address of a scanner 32. The position address is saved in memory 41. Then, memory 41 saves the position address, when in agreement with the output fiber 22. By scanning the field 13 of a fiber bundle 12, the position address of a scanner can gain about each of the output fiber 22. Therefore, a controller 40 can determine the position address of the full power fiber 22 in a fiber bundle 12.

However, the independence of each output fiber in each position address is not clear. In order to determine each independence of the output fiber 22, each output fiber 22 is connected separately at a light sensitive cell 36. At this time, the light from the input fiber 12 is led to the known address N of the field 13 of a fiber bundle so that a controller 40 can decide the detailed position address of each output fiber 22 on the field 13 of a fiber bundle 12.

[0018] A light sensitive cell 36 and a controller 40 do not need to be the same precision equipment used for proofreading during switching. A light sensitive cell 36 is good in the circuit which can detect the light from the input fiber 14, and a controller 40 is good in the simple circuit equipped with EPROM memory.

[0019] The specific sense of the mirror 30 required after proofreading is completed, in order to lead the reflected light to each output fiber 22 each becomes clear. Moreover, although the position of various output fibers 22 becomes clear after the proofreading in which a light power meter 36 is removed and use preparation of a switch is completed, these positions may change delicately by vibration, thermal expansion, or such other change. In another operation form of this invention, the proofreading detector 20 is arranged in the amendment purpose in the delicate change in the position of the output fiber 22. The light from working and the input fiber 14 crosses the proofreading fiber 18 of the field 13 of a fiber bundle 12, and is scanned intermittently. Luminous intensity will be detected by the proofreading detector 20 if light reaches the proofreading fiber 18. If the luminous intensity detected by the proofreading detector 20 changes, it will set to a fiber bundle 12 and it will be assumed that there was a position shift. The controller 40 of combination with the proofreading detector 20 amends a scanning pattern until the proofreading detector 20 receives the light from the input fiber 14 correctly once again. The scanning pattern of all other output fibers [in / an amendment and a fiber bundle 12 / for the scanning pattern of the proofreading detector 20] 22 is amended.

[0020] In this operation form, although one proofreading fiber 18 is used in a fiber bundle 12, it is clear it to be possible in a fiber bundle 12 to use two or more fibers as a proofreading fiber, and for combination with the proofreading detector 20 to be also possible. By using two or more proofreading fibers on the point on which it differs in a fiber bundle 12, the still more exact amendment by the controller 40 is attained by changing a little position in early stages of the output fiber 22 of a fiber bundle 12.

[0021] Another example 50 of a switching system with the optical guidance resolution by this invention which fully increased is shown in drawing 2 again. In this operation form, the fiber bundle 12 with the input fiber 14, the output fiber 22, and at least one proofreading fiber 18 is substantially [as these portions shown in drawing 1] the same, and it is using the same sign in order to make an understanding easy. The collimator lens assembly 24 which **** light of the input fiber 14 is also substantially [as the above-mentioned operation form] the same. The fixed mirror 52 is used in drawing 2. The field of this fixed mirror 52 is perpendicular to the path of ***** which passes the collimator lens assembly 24. Between the fixed mirror 52 and the collimator lens assembly 24, the optical guidance mechanism section equipped with two prism 54 and 56 combined with the rotation scanners 58 and 59 which rotate prism 54 and 56 is arranged. Although ***** which gives most roll control functions to the rotation scanners 58 and 59 is possible, it is desirable to have a GARUBO scanner (Galvo Scanner). If ***** from the collimator lens assembly 24 passes two prism 54 and 56, light will be bent, will give an angle and will reflect it in the fixed mirror 52. Two prism 54 and 56 offers the composition of the optical adjustment which all rotates prism 54 and 56 in order to change the very small degree of tilt angle of an optical path. The error caused by increase, the drift, and shaft shake (Shaft Wobble) in correctness is reduced more by this. Next, the reflected light is drawn so that retrose advance may be carried out through two prism 54 and 56 and the collimator lens assembly 24. Then, as for this light, a focus is together put again on a fiber bundle 12. Each of prism 54 and 56 must have the wedge angle so that the light from the input fiber 14 may cross and scan full and the overall length of a fiber bundle 12 by rotation by which two prism 54 and 56 was controlled. Each wedge angle of two prism 54 and 56 is determined by the refractive index of the material used in order to make prism 54 and 56, and the size of the field 13 of a fiber bundle. Each wedge angle of two prism is chosen so that the reflected light which passes these prism may be alternatively led to one place of the fields 13 of a fiber bundle. Rotation operation of two prism 54 and 56 which goes via scanners 58 and 59 is controlled by the controller 40. A controller 40 controls scanners 58 and 59, makes a desired scanning pattern, and if required, it will adjust a scanning pattern during proofreading operation.

[0022] Although the optical guidance mechanism section equipped with the movable mirror, without

including prism in the example of drawing 1 is used and the optical guidance mechanism section equipped with two movable prism and fixed mirrors in the operation form of drawing 2 is used. In the purpose which the light from an input fiber is reflected, and a fiber bundle side is crossed [purpose] and makes the light scan, it is clear that it is also possible to use other optical induction machine style equipments. For example, it is also possible to make the hybrid equipment which has an optical induction machine style using one prism and inclination mirror. In this case, an inclination mirror and prism can be rotated alternatively. Moreover, the form using a transmitted type switch is also possible. In such a form, an input fiber and an output fiber can do a bird clapper from a different flux of light portion. Moreover, in such a form, light can be led to another side from one fiber bundle using a reflector. Or without using a reflector, the optical guidance mechanism section can be passed and the light from one fiber bundle can also be applied to other direct portions after that. In such an another operation form, using separate lens equipment, an incident light is ****(ed) and the focus of injection light is put together. Other operation forms of such an optical induction machine style are indicated in a claim.

[0023] Drawing 3 is operation form 70 of the switching system 70 by this invention another again. With this operation form, a fiber bundle 72 is the fiber matrix composed by the regular row and column. In the form of such an organization fiber bundle, it can design so that two or more fibers may turn into the input fiber 74, and the combination to the light source 76 is also possible. One line of the matrices, one train of the matrices, or one of portions and bird clappers can do two or more fibers chosen as an input fiber 74. Here, it illustrates as what contains the input fiber 74 in the next upper train 74 of the lowest train of a matrix. The collimator lens assembly 80 has sufficient size for ****(ing) light of the input fiber 74 which boils all and is therefore made. Here, ***** is ***** to a mirror 82. A mirror 82 reflects light and is returned to a fiber bundle 72 through the collimator lens assembly 80. By adjusting the sense of a mirror 82, all the trains of a fiber bundle 72 are scanned simultaneously. It becomes almost simultaneous switching of one whole one of an input fiber of a result and the whole trains of output fiber some. In such equipment, two or more fibers usable as a proofreading fiber which had the single fiber which can allot a proofreading fiber, or the proofreading fiber arranged are arranged in the position as for which a simultaneous scan is carried out by the input fiber light reflected from a mirror.

[0024] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained in detail, it is clear for this contractor that shape can be taken by other methods, without deviating from the range of this invention.

[Translation done.]